SPÄTERGEBNISSE IN FEHLSTELLUNG GEHEILTER KINDLICHER KNOCHENBRÜCHE

Dorothea Hahn, geb. Kuhr

1968

AUS DEM KLINIKUM RECHTS DER ISAR
DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. G. MAURER

SPÄTERGEBNISSE IN FEHLSTELLUNG GEHEILTER KINDLICHER KNOCHENBRÜCHE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dorothea Hahn, geb. Kuhr

aus Günzburg

München 1968

Druck: A. Schubert, 8 München 5, Corneliusstr. 21, Tel.: 22 17 77

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Oberarzt Dr. LECHNER
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. G. MAURER
Dekan:	Prof. Dr. F. MARGUTH

Tag der mündlichen Prüfung: 12.11.1968

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG

II. LITERATUR

Historisches
Eigenheiten des kindlichen Knochens
Frakturtypen
Verletzungsmöglichkeiten
Diagnose
Behandlung
Operative Behandlung
Lokalisationen der Frakturen
Heilung
Fehlwachstum nach Knochenbrüchen
Wachstumsausgleich nach Fehlstellungen

III. EIGENES KRANKENGUT

Methode
Nachuntersuchungen
Besprechung der Ergebnisse

IV. ZUSAMMENFASSUNG

V. LITERATUR

VI. LEBENSLAUF

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545802_0063

I. EINLEITUNG

In den letzten Jahren haben die Unfälle besonders im Straßenverkehr und beim Sport in steigendem Maße auch die Kinder und Jugendlichen betroffen. Nicht zuletzt aus diesem Grunde nimmt heute die Behandlung der kindlichen Knochenbrüche einen breiten Raum in der Unfallchirurgie ein. Die daraus erwachsenden Probleme haben uns veranlaßt, insbesondere die Frage zu stellen, inwieweit Fehlstellungen nach kindlichen Knochenbrüchen durch den wachsenden Organismus ausgeglichen werden.

Anhand des Krankengutes der Chirurgischen Abteilung des Klinikums rechts der Isar habe ich mir zur Aufgabe gestellt, diese Frage zu untersuchen.

Es konnten von den Kindern und Jugendlichen bis zu 15 Jahren, die zwischen 1960 und 1966 behandelt wurden, 33 nachuntersucht werden, die mit in Fehlstellung geheilten Knochenbrüchen entlassen wurden.

II. LITERATUR

HISTORISCHES

Das Gebiet der Chirurgie ist bis zur heutigen Zeit so umfassend geworden, daß es notwendig und sinnvoll erschien, sich auf einzelne Teilgebiete zu beschränken und zu spezialisieren, ohne dabei den Blick für das Gesamte zu verlieren.

Die Unfallchirurgie trat in den letzten 50 Jahren immer mehr in den Vordergrund, als mit der schnell ansteigenden Industrialisierung auch die Zahl der Betriebsunfälle in erschreckendem Maße wuchs (11). Seit insbesondere durch die überhandnehmende Motorisierung und durch die Intensivierung des Sportes heute auch Kinder und Jugendliche mehr und mehr am Unfallgeschehen beteiligt sind, ziehen es viele Autoren vor, die Behandlung von Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen gesondert zu betrachten (3, 27, 11).

EIGENHEITEN DES KINDLICHEN KNOCHENS

Die Knochenbrüche sind mit ein wesentlicher Grund, warum die Unfälle am wachsenden Organismus eine eigene Darstellung erfordern. Sie sind so verschieden von den Frakturen bei Erwachsenen, daß eine getrennte Betrachtung nicht komplizierend sondern vereinfachend wirkt (3).

Das Kind ist nicht nur eine proportionale Verkleinerung des Erwachsenen. Es ist anatomisch, physiologisch anders, und auch die einzelnen Lebensalter des Kindes unterscheiden sich darin voneinander (11). In der Wachstumsphase gelten besondere biologische Regeln. Das kindliche Gewebe ist proportional zu der vermehrten Wachstumsintensität gesteigert reizbar. Jeder Bewegungsreiz entspricht beim Kind gleichzeitig einem Wachstumsreiz (17).

So besitzt auch der jugendliche Knochen viel aktivere Kräfte, sich an die physiologischen Anforderungen anzupassen (19). Er ist viel elastischer als im Erwachsenenalter durch den Reichtum an osteoider Substanz, durch vermehrt knorpelige Anteile im Knochenbau, durch die offenen Wachstumsfugen und durch das relativ dicke und dehnbare Periost (27). Die größere Anpassungsfähigkeit und die vermehrte Elastizität des kindlichen Knochens verhütet oder vermindert oft schwere Verletzungsfolgen. Andererseits ist der junge Knochen durch seine geringe Menge an verkalkter Substanz weniger widerstandsfähig gegenüber äußeren Gewalteinwirkungen.

UNIV. LEIDEN BIBL.

FRAKTURTYPEN

Die Eigenschaften des kindlichen Knochens bedingen, daß bestimmte Bruchformen bevorzugt im Kindesalter auftreten oder nur hier vorkommen. Während die Schenkelhalsfraktur vorwiegend im Alter festgestellt wird, findet man zum Beispiel die supracondyläre Humerusfraktur fast nur bei Kindern (15). Außer infolge von Verkehrsunfällen und Maschinenverletzungen sind die Knochenbrüche bei Kindern meist einfache Brüche (3). Es finden sich wie beim Erwachsenen Verbiegung, Verdrehung, Seitenverschiebung und Verkürzung der Bruchstücke. Daneben sind einige Bruchformen ganz charakteristisch für das Wachstumsalter (11):

Die Wulstbrüche entstehen an langen Röhrenknochen in der Nähe der Epiphyse. Sie machen oft wenig Beschwerden und werden deshalb

manchmal übersehen. Im Röntgenbild ist neben der meist geringen Achsenknickung eine Verdickung des Knochens sichtbar.

Beim Grünholzbruch als Ausdruck eines Biegungsbruches handelt es sich um eine subperiostale Fraktur. Der dicke Periostschlauch ist erhalten, so daß dabei in der Regel nur Achsenknickungen ohne Verschiebung und Verkürzung auftreten.

Epiphysenlösungen entstehen nur bei Jugendlichen mit noch nicht oder erst kürzlich beendetem Knochenwachstum (2). Sie sind eine weitere Sonderform des Knochenbruches, bei der sich klinisch alle Zeichen eines gelenknahen Bruches finden. Mit den Epiphysenlösungen verbunden können Diaphysen- und Epiphysenfrakturen sein. Am häufigsten kommen sie an der distalen Radiusepiphyse vor (15, 11, 2).

Die Ermüdungsfraktur (Streßbruch oder Deutschländerkrankheit) im Kindesalter beruht fast immer auf einer Infraktion im oberen Drittel der Tibia. Gewöhnlich wird sie durch ein leichtes, schmerzhaftes Hinken entdeckt, wobei keine Verletzung in der Anamnese angegeben werden kann. Die Ursache des Ermüdungsbruches ist unbekannt (28). Von EHALT (3) wird sie als Reaktion des Knochens auf ein immer an der gleichen Stelle einsetzendes, chronisches Trauma angegeben.

Pathologische Frakturen entstehen bei Kindern am häufigsten infolge von jugendlichen Knochencysten. Diese gutartige Knochengeschwulst tritt vorzugsweise im Alter zwischen 5 und 10 Jahren auf und betrifft meist die proximalen Enden der langen Röhrenknochen, am häufigsten Femur, Humerus und Tibia. Die Cysten verursachen im allgemeinen keine Beschwerden und werden meist erst durch eine Spontanfraktur entdeckt (19, 21).

VERLETZUNGSMÖGLICHKEITEN

Abgesehen von den pathologischen Frakturen, bei denen schon ein geringer Stoß die auslösende Ursache sein kann, sind beim Zustandekommen der kindlichen Knochenbrüche besondere Faktoren bemerkenswert. STEINWACHS (34) gibt an, daß 70-90 % der Unfälle im Kindesalter durch psychologische Fehlhandlungen bedingt sind, nur 2-5 % durch körperliche Störungen und ebenfalls 2-5 % durch technische Versager. Geschlecht, Lebensalter und Mentalität wirken beeinflussend auf die Unfallhäufigkeit.

Die Bedeutung von Verkehrsunfällen und Sportverletzungen wurde schon erwähnt. Kinder verunglücken auf der Straße hauptsächlich als Fußgänger oder Radfahrer. Beachtlich ist hier eine Angabe von DREWES und SCHULTE (8), nach der fast 10 % aller kindlichen Unterschenkelfrakturen im Alter von 1 bis 14 Jahren durch Radspeichenverletzungen zustandekommen. Sie werden auf eine vermehrte Unachtsamkeit beim Mitführen von Kindern auf dem Gepäcksitz zurückgeführt.

Im Haus und auf dem Spielplatz ziehen sich Kinder Verletzungen und Knochenbrüche zu, indem sie über irgendwelche Gegenstände stolpern und auf die Erde stürzen oder wenn sie beim Klettern z. B. auf Zäunen oder Bäumen aus größerer Höhe herunterfallen.

DIAGNOSE

Der Knochenbruch beim Kind und Jugendlichen macht die gleichen klinischen Symptome wie beim Erwachsenen, aber die Befunde sind häufig geringer. Anstelle der abnormen Beweglichkeit deutet oftmals die Biegsamkeit des kindlichen Knochens auf einen unvollständigen Bruch. Das über der Fraktur erhaltene Periost kann Achsenknickungen und Verschiebungen verschleiern (27). Die Anamnese in jüngerem Alter wird schwierig, wenn das Kind den Unfallhergang entweder nicht schildern kann oder aus Angst vor Strafe verschweigt.

Die Beurteilung der Röntgenbilder wird durch Epiphysenlinien, Wachstumszonen, Epiphysen- und Apophysenkerne, eventuell durch Entwicklungsanomalien und akzessorische Knochenkerne erschwert. Vergleichsaufnahmen der entsprechenden gesunden Seite erleichtern die Diagnostik. Genaue Kenntnis der Entwicklung des kindlichen Knochensystems bewahrt vor Trugschlüssen (21).

BEHANDLUNG

Die Behandlung der Knochenbrüche bei Kindern unterliegt den gleichen Grundsätzen wie bei Erwachsenen:

1. Genaues Einrichten des Bruches
2. Ununterbrochene Ruhigstellung bis zur knöchernen Festigung
3. Aktive Bewegung möglichst vieler Gelenke des gebrochenen Gliedes und des ganzen Körpers, damit Muskelschwund, Knochenatrophie und Gelenkversteifungen vermieden werden (5).

Anderseits kann keine Fraktur wie die andere behandelt werden. Es muß unter Umständen dieselbe Fraktur bei verschiedenen Menschen unterschiedlich behandelt werden. Bei Kindern und Jugendlichen muß das geringe Alter und der Wachstumsfaktor berücksichtigt werden.

Die Reposition des kindlichen Knochens wird durch das geringe Gewicht der Gliedmaßen und durch den relativ schwachen Muskelmantel erleichtert. Interposition von Weichteilen kommt nicht oft vor. In den seltensten Fällen ist millimetergenaue Einrichtung erforderlich. Möglichst exakte Einstellung der Fragmente sollte am Unterarm und Unterschenkel erreicht werden, weil hier über Brückenkallusbildung Gefahr einer Synostose zwischen Ulna und Radius beziehungsweise zwischen Tibia und Fibula besteht. Um einer wiederholten Achsenabweichung entgegenzuwirken, empfiehlt Mc KENNA eine Überkorrektur gleich bei der primären Reposition (25). Achsenknickungen bei schon gegipsten Brüchen können bis zu gewissem Grade dadurch ausgeglichen werden, daß man einen entsprechenden Keil aus dem Gips ausschneidet (5).

BLOUNT (3) warnt vor zu häufigen Einrichtungsversuchen und Manipulationen bei hartnäckigen Fällen, etwa bei eingekeilten oder immer wieder abrutschenden Brüchen. Durch jede dieser Maßnahmen wird nicht nur der biologische Heilungsvorgang gestört, es können sekundär auch die Wachstumszonen geschädigt werden, was späteres Fehlwachstum bedingen kann.

Es gilt gerade beim Kind der Grundsatz "nil nocere", deshalb sind gewaltsame oder gar operative Beseitigung geringer Fehlstellungen nicht angebracht (11). Im allgemeinen soll spätestens nach 10 bis 12 Tagen nach dem Unfalltag die Bruchstelle so sein, daß spätere Korrekturen überflüssig sind (2). Mit Beginn der dritten Woche sollte jede unblutige und blutige Reposition unterlassen werden (3). Ein Wechsel in der Behandlungsmethode oder mehrere Therapieverfahren kombiniert, z. B. Extension mit Gipsverband, können manchmal zu einem besseren Ergebnis führen (2).

Auf exakte Ruhigstellung des gebrochenen Gliedes kann nur teilweise bei Neugeborenen und Säuglingen verzichtet werden. Die Dauer bis

zur knöchernen Verheilung und damit der nötigen Ruhigstellung ist von den jeweiligen Besonderheiten des Bruches abhängig und in der Regel beim Kind etwas kürzer als beim Erwachsenen.

Besonders sorgfältig sind Epiphysenlösungen und Epiphysenfrakturen ruhigzustellen. Sie sollen möglichst bald reponiert und zunächst immer konservativ behandelt werden (19, 33). Korrekturosteotomie bei Epiphysenlösung wird abgelehnt, außer am proximalen Femurende (3) und am distalen Femurende, wenn sie sich manuell nicht einrichten läßt (24).

Im Gegensatz zum Erwachsenen ist es beim Kind unbedenklich, die dem Bruch benachbarten Gelenke mit einzugipsen. Es sind auch nach längerer Ruhigstellung keine Gelenkkontrakturen zu befürchten. Falls das Gelenk nicht selbst zerstört ist, werden Bewegungseinschränkungen nach Konsolidierung der Fraktur und nach Gipsabnahme in den meisten Fällen rasch und vollkommen ausgeglichen (3, 19, 32).

Es erübrigt sich demnach in der Regel eine Nachbehandlung. Wird sie dennoch für notwendig erachtet, so darf sie niemals Schmerzen verursachen (5) und wird am besten auf die Eigenart des Kindes spielerisch abgestimmt (27). Wird die Beweglichkeit durch ausgedehnte Fibrose behindert, so ist es notwendig, dieses fibröse Gewebe operativ zu entfernen (3).

OPERATIVE BEHANDLUNG

Die Vorteile der operativen Behandlung von Knochenbrüchen haben bei älteren Menschen eine zunehmende Bedeutung gewonnen. Das Krankenlager kann erheblich verkürzt oder ganz aufgehoben werden. Dadurch wird das Auftreten von Muskelatrophie und Gelenkversteifung, die Neigung zu Thrombosen und Thrombembolien weitgehendst vermieden (23). Probleme, die bei Trümmerbrüchen, Gelenkbrüchen und Mehrfachverletzungen auftreten, können mit der operativen Methode leichter gelöst werden (39). Es entfallen Hautveränderungen, die in Form von Spannungsblasen und Nekrosen durch zu eng sitzenden Gipsverband oder durch Heftpflasterextension bedingt sind (9).

Nachteile der operativen Knochenbruchbehandlung liegen in der erhöhten Infektionsgefahr im Bruch- und Operationsbereich und in der Schädigung des Gewebes.

Bei kindlichen Knochenbrüchen wird eine blutige Einrichtung oder

innere Fixation in den meisten Fällen abgelehnt. Der wachsende Knochen mit seinen Wachstumszonen wird dabei zu leicht verletzt. In dem aufgelockerten kindlichen Gewebe kann sich eine Infektion besonders gut ausbreiten (27). Große Zurückhaltung ist gegenüber Drahtumschlingung geboten (40). Ist eine Drahtextension nicht zu umgehen, so muß dabei eine Verletzung der Epiphysenfugen vermieden werden. Auch die Marknagelung ist im Kindesalter weit weniger berechtigt als beim Erwachsenen, da eine Reposition leichter durchführbar ist, und die Fraktur besser und schneller heilt. Sie kann notfalls bei Schaftbrüchen ab dem 6. bis 7. Lebensjahr angewandt werden und ist vorwiegend auf die untere Extremität beschränkt (26).

HUBER (16) erlaubt die Osteosynthese bei Kindern und Jugendlichen nur bei gelenknahen Brüchen, um sekundäre Wachstumsanomalien zu verhüten, und bei Gelenkbrüchen zur Wiederherstellung eines einwandfreien Gelenkschlusses.

Folgende Bruchformen werden für die offene Bruchbehandlung bei Kindern angegeben (24, 29, 4):

1. die Radiusköpfchenfraktur, wenn das Köpfchen stärker als 45° abgewinkelt ist,
2. ein abgebrochener Epicondylus medialis humeri oder Condylus lateralis humeri mit Verschiebung bzw. 90° Rotation,
3. der Oberschenkelhalsbruch, der auch nach Stürzen Jugendlicher ab 9 Jahren (5) vorkommt,
4. Patella- oder Olekranonfrakturen mit starkem Klaffen,
5. Epiphysenlösungen des Femur, die sich konservativ nicht reponieren lassen.

LOKALISATIONEN DER FRAKTUREN

Das Schlüsselbein ist gerade während der Kindheit einer der am häufigsten gebrochenen Knochen (3). Eine Kraft, die auf die ausgestreckte Hand, auf den Ellbogen oder auf die Schulter trifft, kann hier eine Fraktur auslösen. Das gebrochene Schlüsselbein wird mit Hilfe eines Achterverbandes ruhiggestellt. Schlecht stehende Clavicula-frakturen müssen vorher reponiert werden (3).

Am Oberarm tritt beim Kind die subcapitale Fraktur auf, meist als eingekeilter Bruch ohne größere Dislokation der Fragmente. Im allgemeinen ist bei Kindern der Bruch nach 4 Wochen oder schon früher konsolidiert und wieder volle Funktion vorhanden (1).

Oberarmschaftbrüche sind etwa dreimal seltener unter 6 Jahren (27).

Die Behandlung mit Schulterarmgips, Hängegips oder Extension entspricht der von Oberschenkelschaftfrakturen.

Die supracondyläre Humerusfraktur liegt schon im Ellbogenbereich und entsteht ganz überwiegend durch Fallen auf den ausgestreckten Arm, d.h. durch Überstreckung des Ellbogengelenkes. Nur in 1 % (4) bzw. 5 % (18) ist sie eine Flexionsfraktur. Der gestreckte Ellbogen ist demnach viel mehr gefährdet. Die meisten Brüche dieser Art treten im Alter zwischen 5 und 9 Jahren auf. Die Behandlung besteht in Reposition und Gipsverband oder Extension. Um der ischämischen Kontraktur vorzubeugen, muß Radialispuls, Durchblutung und Sensibilität der Hand laufend kontrolliert werden. Außer bei den offenen Frakturen ist nur selten eine operative Reposition nötig, welche hier gerne Bewegungseinschränkungen verursacht (3).
Trümmerbrüche und sogenannte T-Brüche am distalen Humerusende sind bei Kindern selten. Weil hier die Wiederherstellung kongruenter Gelenkflächen sehr wichtig ist, besteht meist eine Indikation zu operativem Vorgehen und zu Fixierung der Bruchstücke mit ein bis zwei Kirschnerdrähten.

Häufiger findet man Frakturen des Condylus lateralis humeri. Sie können bei einer Verschiebung der Fragmente eine Indikation zur operativen Einrichtung darstellen (27).

Bei einem Bruch des Epicondylus medialis humeri mit geringer Dislokation kann man sich für die blutige Einstellung und Drahtfixierung entscheiden, oder man kann das Bruchstück in seiner Stellung belassen. Daraus resultiert in der Regel eine Pseudarthrose, die aber für eine gute Funktion des Ellbogengelenkes ohne Bedeutung ist (3). Wenn Zeichen einer Ulnarisschädigung auftreten oder wenn das Fragment im Gelenk eingeklemmt ist, muß operiert werden (11).

Ebenfalls zum Ellbogenbereich gehören die Brüche des Speichenhalses. Sie entsprechen der Radiuskopffraktur beim Erwachsenen. Die Verletzung entsteht immer durch Fall auf die Hand. Die Einrichtung ist oft erschwert, aber wenn die Abwinkelung nicht mehr als 45^{o} beträgt, lassen sich mit der konservativen Methode noch gute Endergebnisse erzielen. Wenn möglich sollte das Speichenköpfchen nicht vor Abschluß des Wachstums reseziert werden. Eine progrediente Fehlstellung im Sinn eines Cubitus valgus wäre sonst die Folge (3, 12, 32, 36).

Unterarmschaftbrüche kommen relativ oft bei Kindern und Jugendlichen vor (5). Wegen des dicken Periostüberzuges sind es in der Regel Grünholzbrüche. Die Reposition ist in den meisten Fällen nicht schwer. Da die konische Form des kindlichen Unterarmes Schwierigkeiten bei der Ruhigstellung macht, soll der Gips von den Meta-

karpalknöcheln bis über den gebeugten Ellbogen reichen (3). So wird am besten eine sekundäre Rotation der Fragmente und eine Verschlechterung der Bruchstellung vermieden.

Verletzungen der Hand sind beim Kind häufig. Auch wenn sie harmlos erscheinen, sollen sie ernst genommen werden, um sekundäre Schäden und Ausfälle zu vermeiden. Brüche werden exakt reponiert und im Gipsverband ruhiggestellt (11).

Die Oberschenkelbrüche der Kinder zeigen die gleichen Verschiebungen wie die der Erwachsenen. Seitenverschiebung auch um volle Schaftbreite ist für die spätere Gebrauchsfähigkeit und für die äußere Form belanglos (5). Weil durch die Fraktur in der Regel ein Reiz zu vermehrtem Längenwachstum gesetzt wird, ist beim jüngeren Kind eine Bajonettstellung mit Verkürzung von etwa 1 cm als ideal anzusehen (3). Verdrehungen verschwinden, wenn man bei guter Lage der Schiene, d.h. bei völlig ebenem Bett den Fuß senkrecht stellt, wobei die Kniescheibe nach oben zeigt (5). Die konservative Behandlung mit der Extension wird im allgemeinen bevorzugt (3, 9, 35). Die Extension erfolgt beim Kleinkind bei rechtwinklig gebeugtem Hüftgelenk senkrecht am gestreckten Bein, beim älteren Kind in halber Beugung des Knie- und Hüftgelenkes. Operative Behandlung ist in diesem Alter nicht notwendig, außer bei sub- oder pertrochanteren Brüchen und bei Schenkelhalsfrakturen (9).

Unterschenkelbrüche sind oft isolierte Drehbrüche des Schienbeins. Die Behandlung erfolgt wie im Erwachsenenalter mit Oberschenkelgips oder Calcaneusdrahtextension (3). Der Gips muß bis zur Mitte des Oberschenkels reichen, weil der Bruch sonst stark zu Varusstellung neigt (5). Ein häufiger Drehfehler bei der Behandlung von Unterschenkelfrakturen ist ungenügende Auswärtsdrehung der Malleolen gegenüber dem Kniegelenk. Daraus resultiert dann ein Einwärtsgang der Füße. Wird dieser Umstand nicht beachtet, können torsionsbedingte statische Beschwerden und später Arthrosen in Knie- und Sprunggelenken entstehen (20, 38).

Epiphysenlösungen am unteren Tibiaende sind gewöhnlich durch Drehung verursacht und entsprechen dem Knöchelbruch des Erwachsenen (5). In etwa 60 % der Fälle geht die Frakturlinie auf die Metaphyse über, wobei ein Knochendreieck ausgesprengt wird. Bei starken Verschiebungen bricht gleichzeitig das Wadenbein. Wachstumsstörungen werden hierbei häufig beobachtet, auch wenn keine Dislokation vorausgegangen ist (10).

Frakturen am kindlichen Fuß entstehen fast immer durch direkte Gewalteinwirkung, durch Fall aus großer Höhe oder durch Quetschverletzungen. Die Heilungsaussichten sind im Kindesalter sehr groß. Die konservative Behandlung mit Gipsverband und Hautextension am Vorfuß kann in den meisten Fällen gute Ergebnisse erzielen.

HEILUNG

Bei Kindern und Jugendlichen geht die Bruchheilung viel rascher vor sich als beim Erwachsenen. Das ist leicht zu erklären durch die allgemeine Wachstumsneigung und durch die besondere Regenerationskraft aller Gewebe in diesem Alter. Die Appositions- und Resorptionsvorgänge, die den gesunden Knochen ständig an die gegebene Statik und Dynamik anpassen, sind bei der Frakturheilung noch gesteigert (19). Sie erfolgen umso schneller, je jünger der Patient ist, und je besser die Blut- und Nervenversorgung des gebrochenen Knochenabschnittes ist (5, 27, 3). Daneben wirken Hormone, Vitamine, Mineralstoffwechsel und Vegetativum beeinflussend auf den Grad der Bruchheilung (17).

Bei der Kallusbildung fällt dem Periost eine maßgebliche Rolle zu. Aber auch die Zellen des Markes und der Kompakta und das gesamte Bindegewebe der Bruchumgebung liefern Fibrozyten zur Neubildung von Knochensubstanz (19). Es wird heute die Induktionswirkung eines humoralen, knochenbildenden Faktors angenommen, der vom traumatisierten Knochen ausgeht und das unspezifische Gewebe zur Knochenbildung veranlaßt (15, 19).

Die Entwicklung des Kallus ist von mechanischen Einflüssen abhängig. Diese bestimmen die Richtung zur Ausreifung von Knorpel- und Knochengewebe oder von Bindegewebe (2). Unter Druck entsteht Knorpel und Knochen, unter Zug wird Bindegewebe gebildet, das allerdings später unter Druck zu Knorpelgewebe umgebaut werden kann.

Im Verlauf der Konsolidierung werden die Knochenbälkchen, die dem Druck ausgesetzt sind, dicker. Die außerhalb der Drucklinie liegenden Knochenbälkchen werden abgebaut. Schon eine geringe Abweichung von der Längsachse des Knochens bewirkt Zug in der Randzone der konvexen Seite, wodurch hier Abbau des Knochens und Bildung von Bindegewebe verursacht wird. Druck an der konkaven Seite veranlaßt verstärkte Kallusbildung und Knochenanbau (2, 19).

Ein wichtiger Unterschied der Kallusbildung beim Kind gegenüber der beim Erwachsenen wird von EHALT (11) angeführt:
Obwohl die Bruchstelle im Röntgenbild schon gut überbaut und sehr kalkreich erscheinen kann, ist der Kallus oft noch so weich, daß er sich verbiegt. Es folgt daraus, daß die Bruchstelle beim Kind etwas länger ruhiggestellt werden sollte, als nach dem Röntgenbild zu schließen nötig wäre.

Vielleicht liegt hier ein Grund, warum im Kindesalter relativ oft Refrakturen vorkommen. Aber außer zu frühzeitiger Gipsabnahme kann auch ein großes Zweitrauma die Ursache sein (32). Unterarmbrüche sind am häufigsten von einer Refraktur betroffen (6). Sie tritt meist

3 bis 6 Monate nach dem Unfall auf. Nach SEYFFARTH (31) kann die Refraktur dadurch vermieden werden, daß der Bruch drei Monate lang ruhiggestellt wird.

FEHLWACHSTUM NACH KNOCHENBRÜCHEN

Es wurde schon mehrmals darauf hingewiesen, daß nicht alle Knochenbrüche im Kindesalter leicht heilen und daß nach Verletzungen des kindlichen Knochens schwere Wachstumsstörungen resultieren können. Fehlwachstum ist umso eher zu erwarten, je näher die Fraktur der Wachstumsfuge ist.

Besonders nach offenen und auch geschlossenen Verletzungen, die direkt die Epiphysen treffen, können Deformierungen als Spätschäden auftreten. Während Epiphysenlösungen ohne Verschiebung weniger Komplikationen machen, finden sich nach Epiphysenfrakturen häufig Wachstumsstörungen (26). Wie der Organismus auf eine Epiphysenfugenschädigung reagiert, ist unsicher. Es kann vermehrtes oder vermindertes Längenwachstum oder Stillstand des Wachstums an dem betreffenden Knochen folgen. Wird die Epiphysenfuge nur zum Teil geschädigt, so ist das Auftreten von schweren Fehlstellungen möglich (27, 7).

Diese Wachstumsstörungen treten meist 6 bis 12 Monate, seltener bis zum Ende des zweiten Jahres nach dem Unfall in Erscheinung. Daß sie erst später auftraten, wurde nicht beobachtet (14). Das Alter des Kindes ist auch hierbei entscheidend: Je früher eine Schädigung der Wachstumszone erfolgt, desto eher ergibt sich späteres Fehlwachstum und desto schwerer wird dann die Deformierung sein (27).

WACHSTUMSAUSGLEICH VON FEHLSTELLUNGEN

Mit Rücksicht darauf, daß bei der Behandlung kindlicher Knochenbrüche die Wachstumsfugen möglichst geschont bleiben, werden in manchen Fällen lieber kleine Achsenfehler bei der Stellung der Fragmente inkaufgenommen. Durch das Wachstum und die ständigen Anpassungsvorgänge im Kindesalter ist ein Ausgleich von Fehlstellungen möglich. Aber nicht alles gleicht sich aus. Deshalb müssen bei der Therapie die Möglichkeiten des Geraderichtens gegen die Gefahren der Wachstumsschädigung abgewogen werden.

Das Kind hat umso mehr Aussicht auf eine spontane Korrektur, je jünger es ist und je näher am Ende des Knochens der Bruch liegt (3). Die Korrektur erfolgt im Bereich des Epiphysenknorpels und im Kallusgebiet (11).

Verkürzungen von 1 bis 2 cm werden bei Mädchen bis zu 10 Jahren, bei Knaben bis zu 12 Jahren (3) im allgemeinen gut ausgeglichen. Jede Fraktur stimuliert den verletzten Knochen offenbar zu einem beschleunigten Längenwachstum. Von BÖHLER wird jedoch berichtet, daß die dadurch bedingte Verlängerung von 1 bis 2 cm später wieder verschwindet, weil sich die Epiphysenfugen des verletzten Knochens etwas eher schließen als auf der gesunden Seite.

BLOUNT (3), FLACH (13) und WEBER (37) beurteilen gerade bei Oberschenkelbrüchen des Kleinkindes eine Heilung in Bajonettstellung und Verkürzung von etwa 1 cm sehr gut, weil so die zu erwartende Verlängerung schon im voraus ausgeglichen wird.

Seitenverschiebungen bis zu Schaftbreite werden nach Diaphysenfrakturen in der Regel als für die Knochenheilung und für die Funktion und Form der Extremität belanglos angesehen, wenn nur die Fragmente achsenparallel und in Knochenkontakt stehen (5, 9).

Leichte Achsenknickungen können beim Kind bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden, nach BLOUNT (3) und MEISSNER am besten, wenn sie in der Bewegungsebene eines benachbarten Scharniergelenkes liegen und die Spitze der Knickung zur Beugefläche zeigt. BLOUNT (3) und WEBER (37) geben an, daß bisweilen nach Schaftbrüchen jüngerer Kinder Achsenabweichungen von 20° bis 30° schon ein bis zwei Jahre später nicht mehr nachweisbar waren. Bei Jugendlichen, die kurz vor Abschluß des Wachstums stehen, kann allerdings nicht mehr mit so gutem Ausgleich gerechnet werden.

Nach supracondylären Oberarmbrüchen hält es BÖHLER (5) nicht für nötig, ein oft vorspringendes Ende des zentralen Bruchstückes zu entfernen. Es wandert mit der ganzen Frakturzone durch das Wachstum vom Ellbogen weg und wird außerdem durch Knochenabbau verkleinert. So besteht später wenig Gefahr, daß wegen des Knochenspornes die Beweglichkeit im Ellbogengelenk eingeschränkt würde.

Achsenabweichungen nach kindlichen Schenkelhalsbrüchen werden nicht durch das Wachstum korrigiert (3, 21).

Bei Rotationsfehlern ist ebenfalls kein Ausgleich durch Wachstum zu erwarten (3, 21, 22). Es sollen bei einer Verdrehung der Bruchstücke gegeneinander die oben angeführten Druck- und Zugkräfte beim Knochenumbau nicht zur Auswirkung kommen können (13, 30). Weil Torsionsfehler am Arm die Drehfähigkeit beeinträchtigen und am Bein zu Arthrosen führen können, müssen sie bei der Reposition eines Bruches in vollem Umfang beseitigt werden (37).

Der Grad des Wachstumsausgleiches ist bei der Behandlung der kindlichen Knochenbrüche von Bedeutung. Besteht Aussicht auf einen optimalen Ausgleich, so kann eher eine Fehlstellung belassen werden. Sind die Chancen einer spontanen Korrektur gering und kann mit konservativen Maßnahmen kein guter Erfolg erzielt werden, so wird man sich leichter zu einer operativen Behandlungsmethode entschließen können.

Nun ist bei der Entlassung des Kindes aus der Behandlung noch nicht zu entscheiden, in welchem Maße dieser Wachstumsausgleich erfolgt. Denn mit der Verfestigung des Kallus ist die Heilung des Knochenbruches noch lange nicht abgeschlossen. Gerade der Umbau der Frakturstelle und des neugebildeten Knochens setzt dann großteils erst mit der Angleichung an die physiologischen Aufgaben ein.

Beim Kind tritt das Wachstum als heilender Faktor hinzu, so daß ein endgültiges Heilungsergebnis oft erst nach mehreren Jahren festgestellt werden kann. In manchen Fällen, in denen ein Knochenbruch beim Kind in Fehlstellung fest geworden ist und eine operative Korrektur notwendig erscheint, wird man einige Zeit abwarten können, um festzustellen, ob und in welchem Maße ein Ausgleich stattfindet. Bei einem negativen Ergebnis wird man dann die entsprechende Operation ausführen.

Anhand einer systematischen Nachuntersuchung von Fehlstellungen wollen wir aufzeigen, inwieweit der wachsende Organismus zu einem Wachstumsausgleich in der Lage ist.

III. EIGENES KRANKENGUT

Es wurden von den Patienten des Klinikums rechts der Isar, die von 1960 bis einschließlich 1966 mit Knochenbrüchen zur Behandlung gekommen waren, die Kinder und Jugendlichen bis zu 15 Jahren ausgewählt, die mit Fehlstellung der festgewordenen Fraktur aus stationärer und ambulanter Behandlung entlassen worden waren.

Unter den insgesamt 1 073 Kindern, die in diesem Zeitraum wegen Knochenbrüchen an oberer und unterer Extremität behandelt wurden, war in 49 Fällen bei der Entlassung die Fraktur in schlechter Stellung geheilt.
Die Verteilung der gesamten und der in Fehlstellung geheilten Fälle auf die einzelnen Jahrgänge ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

TABELLE 1

Jahrgang	Anzahl der Fälle	davon in Fehlstellung geheilt
1960	121	8
1961	117	8
1962	125	2
1963	185	9
1964	143	10
1965	191	6
1966	190	6
1960-1966	1 073	49

Kindliche Frakturen der oberen und unteren Extremität und Fehlstellungen (1-15 Jahre), verteilt auf die Jahrgänge 1960 bis 1966.

Als Fehlstellung bezeichnen wir Abweichungen von der Längsachse des Knochens ab 10°, Seitenverschiebungen um Schaftbreite, Längenunterschiede von mindestens 1 cm und Kombinationen von Achsenfehlern in mehr als einer Ebene. Geringere Abweichungen von einer Idealstellung blieben unberücksichtigt, da diese kaum Beschwerden und Funktionsausfälle verursachen, auch wenn sie nicht ausgeglichen werden.
In keinem Fall waren bei der Entlassung Rotationsfehler vorhanden.

Von den 49 Fehlstellungen konnten 33 nachuntersucht werden.

10 Kinder waren in der Zwischenzeit nach unbekannt verzogen, ein Kind ist verstorben. 5 Kinder sind aus unbekannten Gründen nicht zur Nachuntersuchung erschienen.

Die Lokalisationen der schlecht geheilten Brüche waren auf die langen Röhrenknochen und die Clavicula beschränkt. Tabelle 2 zeigt die genaue Verteilung auf die betroffenen Knochen.

TABELLE 2

Lokalisation	Anzahl	davon nachuntersucht
Clavicula	1	1
Humerus		
subcapital	5	3
distales Ende	2	2
Unterarm		
Radius + Ulna	11	9
Radius isoliert	6	4
Femur		
Diaphyse	12	6
Condylus lat.	1	-
Unterschenkel		
Tibia + Fibula	7	6
Tibia isoliert	3	2
zusammen	49	33

Lokalisationen der in Fehlstellung geheilten Frakturen, nachuntersuchte Fälle im Vergleich zur Gesamtzahl.

METHODE

Die Patienten wurden bei der Nachuntersuchung anamnestisch nach Beschwerden gefragt, die eventuell noch durch die zurückliegende Fraktur bedingt sind. Die gebrochene Extremität verglichen wir meßtechnisch in Länge, Umfang und Abwinkelung in den Gelenken mit der gesunden Seite.

Die Längen wurden zwischen folgenden Knochenpunkten gemessen:

Clavicula:	Sternumansatz - Akromion
Oberarm:	Akromion - Epicondylus lateralis humeri
Unterarm:	Olekranon - Processus styloideus ulnae
Bein:	Spina iliaca ant. sup. - Malleolus tibialis - Trochanter major - Malleolus fibularis - innerer Kniegelenksspalt - Malleolus tibialis

Die Umfänge wurden über den Gelenken und an den Stellen des größten Muskelumfanges gemessen.

Weiter wurde auf eventuelle Deformierungen, Durchblutungs- oder Sensibilitätsstörungen des gebrochenen Gliedes geachtet und dessen Beweglichkeit geprüft.

Schließlich ließen wir Röntgenbilder von der ehemaligen Bruchstelle in frontaler und seitlicher Ebene, in einigen Fällen auch von der entsprechenden gesunden Seite anfertigen.

Das Gesamtergebnis der Untersuchung setzten wir in Vergleich zu den früheren Befunden, die bei der Entlassung des Kindes aus der Behandlung registriert worden waren.

NACHUNTERSUCHUNGEN

Von den beiden Kindern mit in Fehlstellung geheilten Claviculafrakturen konnte nur eines nachuntersucht werden:

Fall 1: Der 14jährige Rudolf F. stürzte bei einem Verkehrsunfall im April 1964 vom Rad. Er kam mit starken Schmerzen in der rechten Schulter zur Behandlung in die Nothilfe, wo eine Fraktur etwa in der Mitte des rechten Schlüsselbeines diagnostiziert wurde. Das mediale Fragment war nach kranial und lateral disloziert. Nach Reposition wurde die Claviculafraktur in einem Rucksackverband ruhiggestellt. Die Behandlung erfolgte ambulant. Als der Patient 15 Tage später zur Kontrolle erschien, war die Fraktur wieder dislociert. Eine Drahtung wurde in Erwägung gezogen aber nicht durch-

geführt, da der Bruch schon gewisse Festigkeit erreicht hatte. Der Rucksackverband wurde belassen und 48 Tage nach dem Unfall entfernt. Bis dahin war die Fraktur klinisch und röntgenologisch mit einer Verkürzung von 1,5 cm fest.
Bei der Nachuntersuchung nach 3 Jahren gibt der Patient an, daß er intensiv Sport betreibt und noch manchmal nach Leistungssport geringe Schmerzen in der rechten Schulter spürt. Sonst hat er keine Beschwerden.
Das rechte Schlüsselbein ist um 1 cm verkürzt und besitzt eine tastbare Verdickung an der ehemaligen Frakturstelle. Der Arm ist frei beweglich.
Das Röntgenbild zeigt jetzt eine knöchern gut durchbaute und abgerundete, aber noch verdickte Frakturstelle.
Ergebnis: die Verkürzung hat sich um 0,5 cm gebessert, Abrundungsvorgänge sind im Röntgenbild deutlich sichtbar. Die subjektiven Beschwerden sind minimal.

Mit Oberarmbrüchen kamen 5 Patienten zur Nachuntersuchung. Drei Frakturen waren subcapital lokalisiert, zwei im Ellbogenbereich.

Die supcapitalen Brüche betrafen einen Jugendlichen von 12 Jahren und zwei von 14 Jahren.
Bei dem 12 jährigen Jungen war eine Antekurvation von 10° 7 Jahre nach der Verletzung gut ausgeglichen. Der Patient hatte keine Beschwerden und konnte den Arm frei bewegen. Allerdings konnten wir eine Verkürzung von fast 2 cm gegenüber dem gesunden Oberarm messen.

Einen Fall mit schwerer Fehlstellung nach subcapitaler Humerusfraktur wollen wir hier ausführlicher betrachten:

Fall 2: Die 14 jährige Marianne B. stolperte im Oktober 1960 bei der Arbeit als Drogistenlehrling und fiel auf den rechten Arm auf. Dadurch brach sie sich den rechten Oberarm am zentralen Ende.
Die subcapitale Fraktur wurde nach Reposition in einem Desault-Verband ruhiggestellt. Nach einer stationären Aufnahme von zwei Tagen konnte die Patientin in ambulante Behandlung entlassen werden. Eine Woche später wurde bei einer Röntgenkontrolle eine Antekurvation von etwa 25° festgestellt. Man entfernte den Desault-Verband und korrigierte die Achsenabweichung bei Anlegen einer Abduktionsschiene. Gleichzeitig wurde die Patientin zum zweiten Mal stationär aufgenommen. Bei der Nachbehandlung trat einen Monat nach dem Unfall eine Refraktur mit erneuter Achsenabweichung auf.
Nach Abnahme der Abduktionsschiene wurde ein Abduktionsgips angelegt und dabei versucht, die Fehlstellung zu korrigieren. Dennoch wurde die Fraktur in starker Antekurvation und Varusstellung fest.

Obwohl die Patientin schon 14 Jahre alt war, wurde die Stellung belassen und erneut mit Nachbehandlung begonnen. Bei Entlassung aus der stationären Behandlung, fast 2 Monate nach dem Unfall, konnte der rechte Arm nur bis zur Horizontalen gehoben werden. Rotationsbewegungen waren kaum eingeschränkt. Die Nachbehandlung wurde noch für einige Zeit ambulant weiter durchgeführt.
Eine Röntgenkontrolle, die 4 Monate nach der Verletzung anläßlich eines Gutachtens stattfand, zeigte bei vollständiger Überbauung des Bruchspaltes sehr starke Varusstellung und Antekurvation von 30° (siehe Abbildung 1, Seite 23).

7 Jahre nach dem Unfall kam die Patientin ohne Beschwerden zur Nachuntersuchung. Die Arme waren meßtechnisch seitengleich, doch war die Abduktion mit Elevation im rechten Arm gegenüber links um fast 20° eingeschränkt.
Im Röntgenbild sahen wir jetzt völligen Ausgleich der Varusstellung, während sich die Antekurvation in der seitlichen Aufnahme nur wenig gebessert hat (siehe Abbildung 2, Seite 23).

Die dritte subcapitale Humerusfraktur wurde bei einem 12 Jahre alten Jungen in Antekurvation von 30° fest. Der Arm war 3 Jahre nach der Verletzung klinisch völlig normal, doch war im seitlich aufgenommenen Röntgenbild noch eine Achsenabweichung von 15° sichtbar. Eine Beweglichkeitsbehinderung in Schultergelenk war dadurch nicht verursacht.

Im Ellbogenbereich wurde ein diacondylärer Oberarmbruch nachuntersucht, der vor 6 Jahren bei einem 12jährigen Jungen nach konservativer Behandlung in geringer Dislokation ausheilte. Die Beweglichkeit im Ellbogengelenk, die damals noch eingeschränkt war (150° / 70°), ist heute wieder ganz hergestellt. Der Arm ist äußerlich normal und auch im Röntgenbild ist ideale Knochenstellung vorhanden.

Bei einem anderen Jungen mit einer komplizierten Ellbogenfraktur konnte ein weniger gutes Heilungsergebnis verzeichnet werden:

Fall 3: Werner H. fiel mit 14 Jahren am 4.7.1961 beim Hochsprung auf den linken Ellbogen auf. Die klinische und röntgenologische Untersuchung ergab:
Abriß des Epicondylus ulnaris humeri links,
eine feine Absprengung am Epicondylus radialis,
Infraktion des Radiusköpfchens und
Verdacht auf eine Frakturlinie im Condylus ulnaris.

Der Patient wurde für 4 Tage stationär aufgenommen, der linke Ellbogen auf einer Oberarm-Winkelschiene drei Tage lang zur Abschwellung mit Alkohol-Hirudoid behandelt. Dann fixierte man den Epicon-

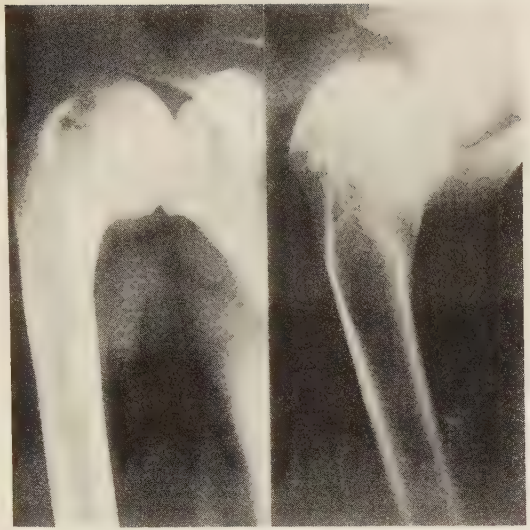

ABBILDUNG 1a ABBILDUNG 1b

Marianne B., 14 Jahre,
Röntgenaufnahmen vom 10.2.61.

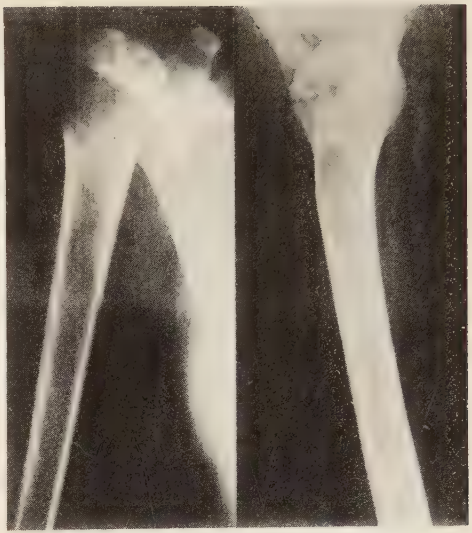

ABBILDUNG 2a ABBILDUNG 2b

Die gleiche Patientin wie in Abb. 1,
Röntgenaufnahmen vom 8.9.67,
7 Jahre nach dem Unfall.

dylus medialis mit einem Bohrdraht und stellte das Ellbogengelenk in einem Oberarmgips ruhig. Als der Gips 4 Wochen später entfernt wurde, war der Epicondylus ulnaris nicht angewachsen und die Bewegung im Ellbogengelenk stark behindert. Zur Nachbehandlung wurde der Patient an den Hausarzt überwiesen.
Er kam am 15.9.1961 (siehe Abbildung 3, Seite 25) mit noch weitgehender Beweglichkeitseinschränkung zur Kontrolle. Die Röntgenbilder ergaben, daß der abgesprengte Epicondylus ulnaris um volle Breite nach distal verschoben und noch immer nicht knöchern angewachsen war. Auch fanden sich Kalkeinlagerungen im radialen Bandapparat, welche mit verursachten, daß die Ellbogenbeweglichkeit so stark behindert war.
Bei der Nachuntersuchung 6 Jahre nach dem Unfall war Werner H. beschwerdefrei, doch war die Bewegungsfreiheit im linken Ellbogengelenk nicht wieder voll hergestellt (links 155° / 55°, rechts 190° / 45°). Es bestand Pseudarthrose des Epicondylus ulnaris humeri. Kalkeinlagerungen in den radialen Gelenkbändern waren in der frontalen Röntgenaufnahme noch nachweisbar (siehe Abbildung 4, Seite 25).

Meßtechnisch entsprach der linke Arm in Länge und Umfängen genau dem rechten. Drehbewegungen des Unterarmes konnten normal ausgeführt werden. Schmerzen im Ellbogengelenk waren nicht mehr aufgetreten.
Ergebnis: Pseudarthrose des Epicondylus ulnaris humeri und noch etwas verkalkte radiale Gelenkbänder. Eingeschränkte Beweglichkeit im linken Ellbogen nur wenig gebessert, was dem Patienten als Rechtshänder jedoch keine Beschwerden macht.

Am Unterarm waren 13 in Fehlstellung geheilte kindliche Frakturen lokalisiert, die nachuntersucht werden konnten. Neunmal handelte es sich um Brüche beider Unterarmknochen, viermal um isolierte Speichenbrüche. Bis auf einen isolierten Radiusschaftbruch waren jeweils die distalen Knochenenden betroffen.
Die Nachuntersuchung ergab in den meisten Fällen einen sehr guten Wachstumsausgleich auch von erheblichen Achsenabweichungen. Bei 9 Kindern war die Fraktur klinisch und sogar röntgenologisch nicht mehr nachweisbar. Wir wollen hier an drei Beispielen die Möglichkeiten des Wachstumsausgleiches verfolgen:

Fall 4: Michael H. stolperte im Oktober 1964 als dreijähriger Junge über eine Türschwelle und fiel dabei auf den ausgestreckten linken Arm. Als er von den Eltern zur Behandlung gebracht wurde, war der linke Unterarm am distalen Ende schmerzhaft geschwollen, aber kaum deformiert. Das Röntgenbild zeigte eine Radiusgrünholzfraktur mit Dorsalknickung des peripheren Fragmentes von fast 20°.
Die Behandlung erfolgte ambulant. Eine dorsale Oberarm-Gips-

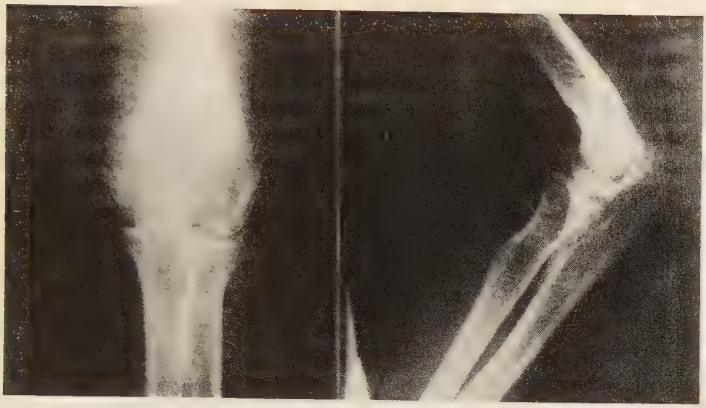

ABBILDUNG 3
Werner H., 14 Jahre, Röntgenaufnahmen vom 15.9.61.

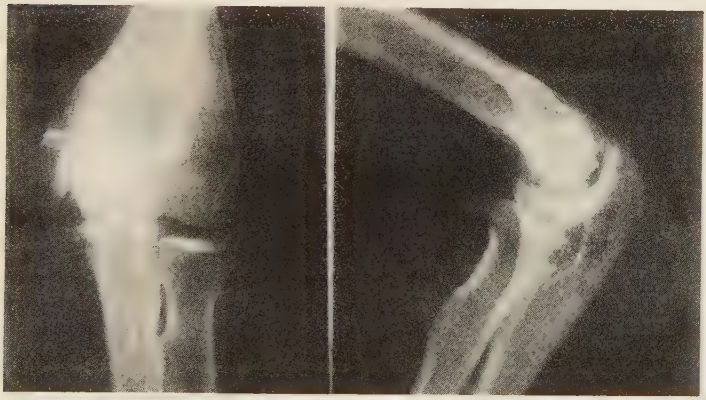

ABBILDUNG 4
Der gleiche Patient wie in Abb.3, Röntgenkontrolle vom 14.8.67.

schiene wurde nach drei Tagen, als die Schwellung zurückgegangen war, zum Oberarmgips zirkuliert, der Oberarmgips über 19 Tage belassen. Der Radiusbruch war dann knöchern konsolidiert, aber der distale Teil war um 25° nach radial und um 35° nach dorsal gekippt (siehe Abbildung 5, Seite 27).
Drei Jahre nach dem Unfall war die Fraktur röntgenologisch ideal verheilt und nicht mehr sichtbar (siehe Abbildung 6, Seite 27). Der Junge hatte keinerlei Beschwerden, die Arme waren in Form und Funktion vollkommen seitengleich.

Fall 5: Beide Unterarmknochen brach sich der 5jährige Johann S., als er am 28.8.1964 vom Tisch herunterfiel. Er wurde für einen Tag stationär eingeweisen. Die stark dislozierte Fraktur wurde in Allgemeinnarkose eingerichtet und mit Hilfe einer Oberarmgipsschiene, die nach fünf Tagen zum zirkulären Oberarmgips ergänzt wurde, ruhiggestellt.
Die ambulant durchgeführten Röntgenkontrollen zeigten eine zunehmende Achsenabweichung des distalen Radius. Von einer Korrektur wurde jedoch infolge des geringen Alters abgesehen. 33 Tage nach der Verletzung war der Bruch so gefestigt, daß man den Gipsverband abnehmen konnte. Die Ulna stand in beiden Ebenen achsengerecht während der Radius in der seitlichen Röntgenaufnahme eine Achsenknickung von 30° aufwies.
Bei der Nachuntersuchung nach drei Jahren war der gebrochene linke Arm klinisch völlig normal und die Fraktur im Röntgenbild ideal ausgeheilt.

Bei Kindern, die beim Unfall älter als 10 Jahre waren, konnten wir nicht mehr so spontanen Ausgleich finden, wie in den eben aufgezeichneten Fällen:

Fall 6: Helga H. war 13 Jahre alt, als sie am 15.6.1961 in der Schule ausrutschte und auf die ausgestreckte rechte Hand fiel. Sie brach sich dabei den rechten Unterarm wenig entfernt vom Handgelenk.
Die beiden peripheren Fragmente von Ulna und Radius, die nach dorsal disloziert waren, wurden reponiert und in einem Oberarmgips für 29 Tage ruhiggestellt, bis die Bruchstelle knöchern gut überbaut war. Stationäre Behandlung war nicht notwendig.
Schon vor Verfestigung der Bruchstelle zeigten Röntgenaufnahmen in der seitlichen Ebene eine geringe Knickung nach dorsal. Nach Gipsentfernung war der Radius in Achsenknickung von 30° nach dorsal bei geringer Radialverschiebung fest (siehe Abbildung 7, Seite 28).

6 Jahre nach dem Unfall konnte jetzt die Patientin nachuntersucht werden. Sie ist als Kinderpflegerin tätig und hat, weil sie in ihrem Beruf viel tragen und heben muß, noch manchmal Schmerzen im

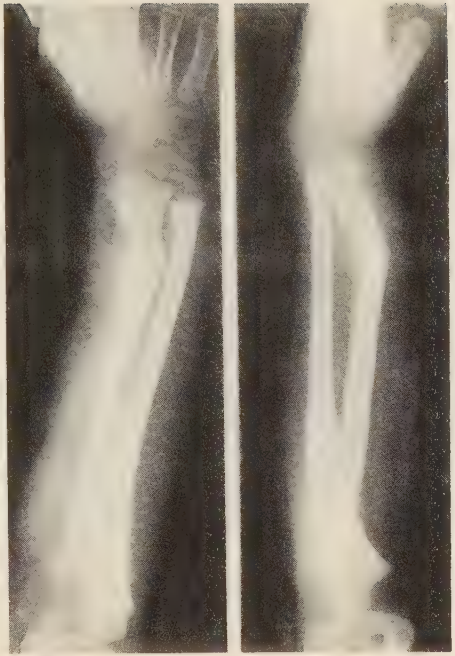

ABBILDUNG 5 a ABBILDUNG 5 b
Michael H., 3 Jahre,
Röntgenaufnahmen vom 16.11.64.

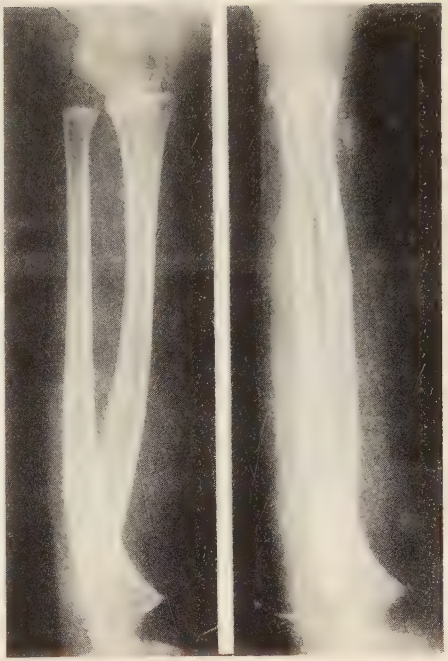

ABBILDUNG 6 a ABBILDUNG 6 b
Der gleiche Patient wie in Abb. 5,
Röntgenkontrolle vom 9.9.67.

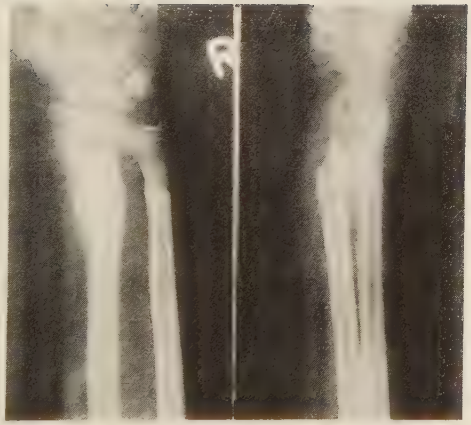

ABBILDUNG 7 a ABBILDUNG 7 b
Helga H., 13 Jahre
Röntgenaufnahmen vom 14. 7. 61.

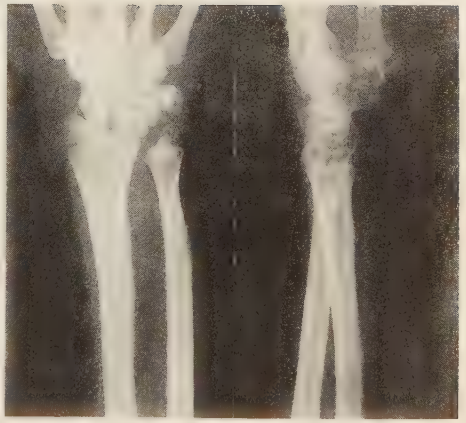

ABBILDUNG 8 a ABBILDUNG 8 b
Die gleiche Patientin wie in Abb. 7,
Röntgenaufnahmen vom 14. 8. 67.

rechten Handgelenk. Äußerlich hat der gebrochene rechte Arm die gleichen Maße wie der linke und ist in allen Gelenken frei beweglich.
Im Röntgenbild sind die ehemaligen Bruchstellen durch das Wachstum von den Epiphysen weggerückt. Die Dorsalknickung des Radius ist bis auf etwa 5° ausgeglichen, doch ist eine Radialverschiebung auch der distalen Ulna noch gut zu erkennen (siehe Abbildung 8, Seite 28).

Nur in einem Fall konnte nach einer Unterarmfraktur ein Längenunterschied zwischen gebrochenem und gesundem Arm gemessen werden:
Der gebrochene Unterarm eines 15jährigen Patienten war mit Achsenknickungen in der frontalen und seitlichen Ebene von 10° bzw. 15° festgeworden, 3 1/2 Jahre später gegenüber dem gesunden Unterarm um rund 1 cm verlängert. Obwohl daneben die Achsenabweichungen nur zum Teil ausgeglichen waren, war die Funktion des Armes und der Hand in keiner Weise beeinträchtigt, und der Patient hatte dadurch keine Beschwerden.

Von den 6 nachuntersuchten Oberschenkelbrüchen bei Kindern zwischen 4 und 11 Jahren konnten wir in 5 Fällen ein vermehrtes Längenwachstum von 0,5 bis 1,5 cm messen.
Dabei wurde entweder eine durch die Fraktur entstandende Verkürzung ausgeglichen oder geringe Verlängerung des gebrochenen Knochens bewirkt.

Eine Verkürzung von 2 cm, die bei der Heilung nach Infraktion einer juvenilen Knochenzyste auftrat, konnte nicht durch Wachstum ausgeglichen werden:

Fall 7: Es handelt sich hier um die 11jährige Madeleine O., die im November 1964 wegen einer Spontanfraktur des rechten Oberschenkels zur Behandlung kam. Die bei der stationären Aufnahme angefertigten Röntgenbilder zeigten die Infraktion einer subtrochantär gelegenen, hühnereigroßen, solitären Knochenzyste.
Die Patientin wurde in stationäre Behandlung aufgenommen, das verletzte rechte Bein zunächst durch Lagerung auf einer Braun' Schiene ruhiggestellt. Auf operative Maßnahmen wurde verzichtet und die Fraktur in einem Beckengips fixiert. Als der Gips nach 41 Tagen wieder entfernt wurde, war die Zyste bei guter Frakturstellung knöchern ausreichend durchbaut.
Drei Monate nach der Infraktion war das rechte Bein um 2 cm verkürzt (siehe Abbildung 9, Seite 30). Da durch die Infraktion im Bereich der Zyste selbst keine Verkürzung eingetreten war, vermutete man eine vorübergehende Wachstumshemmung.
Bei Ende der stationären Behandlung, die sich wegen inzwischen auf-

ABBILDUNG 9
Madeleine O., 11 Jahre
Röntgenkontrolle vom 11.2.65,
3 Monate nach Infraktion einer Knochenzyste (frontale Aufnahme).

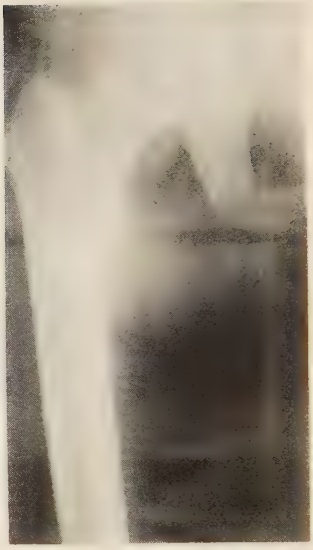

ABBILDUNG 10
Die gleiche Patientin wie in Abb. 9,
Röntgenkontrolle vom 9.9.67

getretener Nierenkoliken auf über 4 Monate ausdehnte, waren röntgenologisch keine weiteren Zysten nachweisbar und die Patientin konnte bei gutem Allgemeinzustand mit leicht hinkendem Gang entlassen werden.

Madeleine O. berichtete nun, 3 Jahre nach der Verletzung, über zeitweise auftretende Schmerzen im rechten Bein und Hüftgelenk, weswegen sie auch in der Schule zur Zeit vom Turnen befreit ist.
Messungen ergaben, daß das rechte Bein noch immer fast 2 cm kürzer als das linke ist. Die Funktion im Hüftgelenk war normal, der Gang unauffällig, die Verkürzung wurde durch Beckenschiefstand ausgeglichen.
Im Röntgenbild liegt die fast völlig knöchern überbaute Zystenregion in etwa dem gleichen Abstand vom proximalen Femurende wie vor drei Jahren, was darauf schließen läßt, daß dieser Knochenbezirk am allgemeinen Wachstum nicht teilgenommen hat (siehe Abbildung 10).

Achsenknickungen, die bei der Heilung von Femurschaftfrakturen

aufgetreten waren, konnten danach nur teilweise ausgeglichen werden. Die bei der Nachuntersuchung gefundenen Abweichungen von der Idealachse waren jedoch nur noch gering und verursachten in keinem Fall Schmerzen oder Beweglichkeitseinschränkungen. Seitenverschiebungen bis zu Schaftbreite waren gut ausgeglichen.

Als Beispiel wollen wir wieder einen Fall herausgreifen:

Fall 8: Die fünfjährige Gisela R. lief im April 1964 in ein Auto, wodurch sie eine Fraktur am linken Oberschenkel erlitt.
Die Femurschaftfraktur wurde wegen starker Verkürzung in Vollnarkose reponiert und mit Heftpflasterextension stationär behandelt.
Nach 4 Wochen wurde die Extension entfernt, das Bein auf einer Braun' Schiene gelagert und mit leichter krankengymnastischer Behandlung begonnen. Zwei Monate nach dem Unfall begann man mit den ersten Belastungsversuchen. Die Fraktur war fest. Nach einem weiteren halben Monat wurde das Kind zur weiteren Betreuung nach Achatswies verlegt.
14 Tage später, 3 Monate nach der Verletzung wurde das Kind wegen Refrakturverdachtes zurückgebracht.
Die diagnostizierte inkomplette Refraktur wurde in Narkose völlig frakturiert, reponiert und im Beckengipsverband ruhiggestellt. Eine zweite stationäre Behandlung von 3 Monaten schloß sich an. Wegen starker Neigung des Bruches zu Antekurvation und Varusstellung versuchte man einigemale, die Stellung durch Gipswechsel zu korrigieren. Nach über 11 Wochen war die Fraktur zum zweitenmal fest und der Gipsverband konnte abgenommen werden. Die Röntgenbilder zeigten jetzt eine reichlich durchbaute Fraktur, die bei Verschiebung um Schaftbreite in Antekurvation von etwa 20° stand.
Weitere 3 Wochen später konnte das Mädchen entlassen werden. Der Gang war noch hinkend, das Bein konnte im Kniegelenk bis 180° gestreckt und bis 80° gebeugt werden.
Bei der Kontrolle 3 1/2 Jahre nach dem Unfall war die Patientin beschwerdefrei und konnte ihr Bein frei bewegen. Messungen ergaben, daß der frakturierte Oberschenkel nun um etwa 1 cm verlängert ist. Im Röntgenbild war bei Ausgleich der Seitverschiebung die Antekurvation zum Teil erhalten geblieben.

Einen ähnlichen Ausgleich von Achsenfehlern konnten wir auch bei den anderen Oberschenkelschaftbrüchen 2 bis 4 Jahre nach dem Unfall feststellen.

Auch am Unterschenkel fanden wir bei den Kindern gute Abrundungsvorgänge nach Fehlstellungen. Ein Mehrwachstum nach der Fraktur, wie wir es gerade bei den Oberschenkelbrüchen gesehen haben, war nach Unterschenkelfraktur jedoch nur in einem Fall meßbar, in dem der Bruch mit einer Verkürzung von 1 cm festgeworden war:

Fall 9: Thomas L. wurde als 6 jähriger Junge im August 1964 beim Spielen auf der Straße von einem Auto angefahren. Er erlitt dadurch eine offene Fraktur in der distalen Hälfte des linken Unterschenkels, die zunächst stationär behandelt werden mußte.
Die Wunde wurde operativ versorgt und der stark dislozierte Bruch in Vollnarkose eingerichtet. Dann fixierte man den Bruch in einem gespaltenen und über der Wunde gefensterten Oberschenkelliegegips. Nach einer Woche war die Wunde primär gut geheilt. Der Gips konnte zirkuliert und der Junge in ambulante Behandlung entlassen werden.
Als man den Gips 8 Wochen nach dem Unfall entfernte, war die Fraktur noch nicht ausreichend gefestigt. Die Fragmente standen achsengerecht aber in Seitverschiebung und Verkürzung von 1 cm. Anschliessend bekam der Junge noch für 12 Tage einen Zinkleimverband, dann war der Bruch in gleicher Stellung klinisch und röntgenologisch fest (siehe Abbildung 11, Seite 33).
Die Beweglichkeit des linken Beines war im Knie- und Sprunggelenk noch nicht ganz wiederhergestellt, doch konnte die Behandlung abgeschlossen werden.
Der Junge ist jetzt, 3 Jahre später beschwerdefrei. Allerdings trägt er orthopädische Schuheinlagen wegen eines geringen Genu valgum, das aber auf beiden Seiten gleich stark ausgeprägt ist und deshalb wohl nicht durch die Fraktur bedingt ist. Die Beine sind meßtechnisch völlig seitengleich. Die Verkürzung des linken Beines ist ausgeglichen, alle Gelenke sind frei beweglich. Das Röntgenbild zeigt, daß der Bruch ideal ausgeheilt ist (siehe Abbildung 12, Seite 33).

Achsenknickungen wurden am Unterschenkel nicht so gut ausgeglichen wie am Unterarm. War aber die Abweichung nicht zu stark, so konnte auch bei älteren Kindern noch ein gutes Heilungsergebnis gefunden werden.

Folgender Fall soll als Beispiel dienen:

Fall 10: Adreas K. brach sich im Alter von 14 Jahren beim Skifahren im Januar 1961 den rechten Unterschenkel. Als er eine Woche nach dem Unfall mit einem auswärts angelegten, gespaltenen Oberschenkel-Liegegips zur Behandlung kam, stand die supramalleoläre Querfraktur in starker Rekurvation.
Der Patient wurde daraufhin stationär aufgenommen, die Bruchstellung in Narkose korrigiert und anschließend im zirkulären Oberschenkel-Liegegips festgehalten. Da eine Woche später die Fraktur wieder zu Rekurvation neigte, versuchte man, durch einen Gipswechsel die Stellung zu verbessern. 9 Tage nach stationärer Aufnahme konnte Andreas K. mit befriedigender Frakturstellung in ambulante Behandlung entlassen werden. Er kam nach einigen Tagen mit beschädigtem Gipsverband wieder. Der Gips wurde deshalb mit Cellonabinde aus-

ABBILDUNG 11a ABBILDUNG 11 b
Thomas L., 6 Jahre,
Röntgenaufnahmen vom 19.9.64.

ABBILDUNG 12a ABBILDUNG 12 b
Der gleiche Patient wie in Abb. 11,
Röntgenkontrolle vom 8.9.67.

gebessert. Der Liegegips wurde nach einem Monat abgenommen und ein Gehgips angelegt. Röntgenkontrollen zeigten gute Kallusbildung bei leichter Rekurvation.
Als der Junge nach weiteren 14 Tagen mit völlig zerstörtem Gipsverband wieder erschien, war die Fraktur im Röntgenbild mit Rekurvation von fast 15° knöchern konsolidiert (Abbildung 13, Seite 35). Der Unterschenkel wurde vorsorglich noch durch einen Zinkleimverband gestützt. Beugung im Kniegelenk war nur bis 130° möglich, deshalb bandagierte man das Knie noch für einige Zeit mit einer elastischen Binde. Zur Abnahme des Zinkleimverbandes ist der Patient nicht mehr erschienen.
Bei der Nachuntersuchung nach 6 1/2 Jahren berichtet Andreas K., daß er sich mit 18 Jahren, ebenfalls beim Skifahren, auch den rechten Oberschenkel gebrochen hat, der dann genagelt wurde. Er hat keinerlei Beschwerden, Der Gang ist normal, das rechte Bein voll beweglich.
Messungen ergaben, daß das rechte Bein im Oberschenkelbereich um 1 cm verkürzt ist. Die Unterschenkel sind meßtechnisch seitengleich. An der rechten Tibia ist medial im Bereich der ehemaligen Bruchstelle eine etwa kirchgroße Verhärtung tastbar. Im Röntgenbild sehen wir hier einen kleinen Knochensporn. Im übrigen ist die normale Knochenstruktur wieder hergestellt, die frühere Rekurvation nur noch leicht angedeutet (siehe Abbildung 14, Seite 35).

Nach einem von den sechs nachuntersuchten kompletten Unterschenkelbrüchen fanden wir drei Jahre nach dem Unfall eine Kallusbrücke im Röntgenbild:

Fall 11: Der 15jährige Jakob S. brach sich im Oktober 1964 den rechten Unterschenkel bei einem Verkehrsunfall im Postomnibus, als dieser mit einem anderen Auto zusammenprallte. Man brachte den Patienten hierher in stationäre Behandlung, wo die Fraktur eingerichtet und in einem gespaltenen und nach 6 Tagen zirkulierten Oberschenkel-Liegegips ruhiggestellt wurde.
Acht Tage nach dem Unfall war der Bruch verschoben und zeigte starke Rekurvationsstellung. Nach zweimaligem Gipswechsel und Reponieren stand die Fraktur in mäßiger Antekurvation. Mit dieser Bruchstellung wurde der Patient drei Wochen nach dem Unfall in das Krankenhaus in Haag verlegt.
Bei der Nachuntersuchung nach 3 Jahren ist der Patient beschwerdefrei, das Bein äußerlich normal. Die Röntgenkontrolle läßt noch Seitenverschiebung der distalen Fragmente nach lateral erkennen. Die Tibia steht dabei achsengerecht, während die Fibula leichte Antekurvation zeigt und über eine Kallusbrücke mit der Tibia verbunden ist. Die Beweglichkeit des Fußes wird durch diese Synostose jedoch in keiner Weise eingeschränkt.

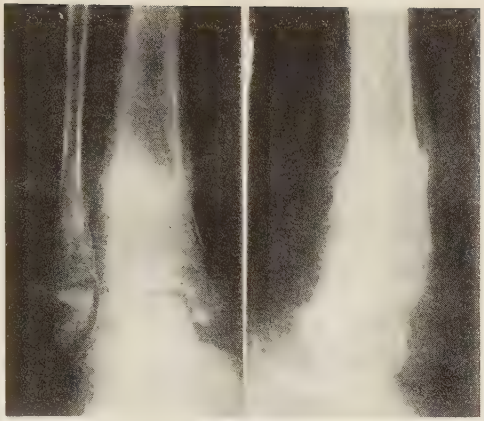

ABBILDUNG 13 a ABBILDUNG 13 b
Andreas K., 14 Jahre,
Röntgenaufnahmen vom 22.2.61.

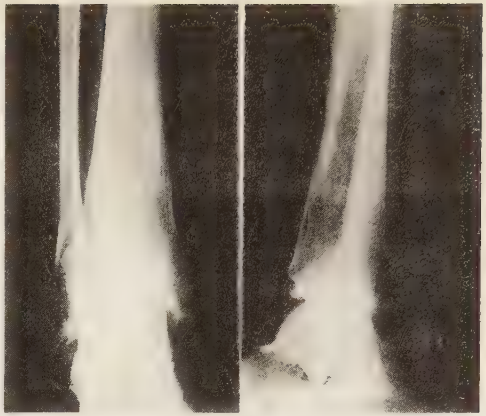

ABBILDUNG 14 a ABBILDUNG 14 b
Der gleiche Patient wie in Abb. 13,
Röntgenkontrolle vom 8.9.67.

Zuletzt wollen wir noch einen Fall beschreiben, in dem eine isolierte Tibiafraktur kaum ein Jahr zurückliegt:

Fall 12: Der 8jährige Peter L. ist im Oktober 1966 beim Spielen gestolpert und so ungünstig gefallen, daß er sich eine stärkere Verletzung des rechten Unterschenkels zuzog. Mit starken Schmerzen und ausgedehnter Schwellung im distalen Unterschenkelbereich wurde er in die Nothilfe gebracht, wo eine in minimaler Rekurvation stehende Tibia-Grünholzfraktur diagnostiziert wurde. Die Behandlung erfolgte ambulant mit Ruhigstellung durch einen gespaltenen Oberschenkel-Liegegips, der nach 5 Tagen zirkuliert wurde. 26 Tage nach dem Unfall wurde ein Oberschenkel-Gehgips gefertigt, der dann nach weiteren 4 Wochen abgenommen werden konnte. Die Tibia war in einer Rekurvationsstellung von etwa 10° klinisch und röntgenologisch fest (siehe Abbildung 15, Seite 37). Die Beweglichkeit des gebrochenen rechten Beines war noch merklich gehemmt.

Ein dreiviertel Jahr danach kam jetzt der Junge ohne irgendwelche Beschwerden zu haben. Das gebrochene Bein war in Form und Funktion klinisch vollkommen normal. Im Röntgenbild zeigt aber die sehr gut knöchern überbaute Bruchstelle noch fast die gleiche Abwinkelung wie bei der früheren Röntgenkontrolle (siehe Abbildung 16, Seite 37).

BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Bei dem zuletzt beschriebenen Patienten (Fall 12) können wir nicht beurteilen, ob die Achsenabweichung, die wir bei der Nachuntersuchung gefunden haben, endgültig bleibt, weil der Unfall nur ein knappes Jahr zurückliegt. Da der Junge erst 9 Jahre alt ist, halten wir es für möglich, daß später noch ein gewisser Wachstumsausgleich erfolgen könnte. Weil trotz der gebliebenen Rekurvation der Tibia die Funktion des Beines völlig normal ist und durch sie keine Beschwerden verursacht werden, halten wir das bisherige Heilungsergebnis schon für gut.

Im übrigen haben wir die Endergebnisse nach Wachstumsausgleich bei unseren 33 nachuntersuchten Patienten folgendermaßen beurteilt:

sehr gut: vollkommener Ausgleich der Fehlstellung, normale Funktion und anatomische Form auch im Röntgenbild.

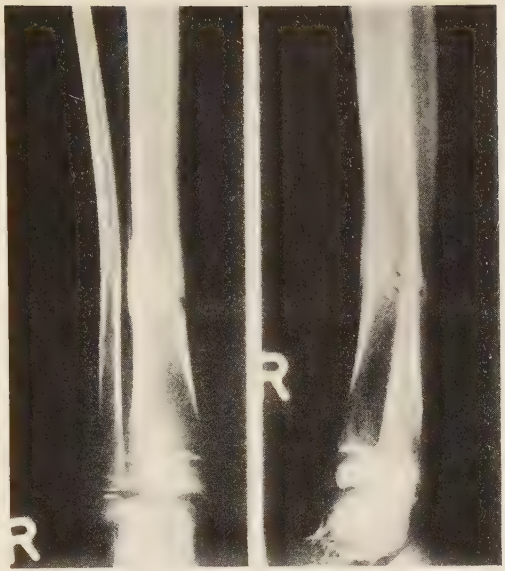

ABBILDUNG 15 a ABBILDUNG 15 b
Peter L., 8 Jahre,
Röntgenaufnahmen vom 25.11.66.

ABBILDUNG 16 a ABBILDUNG 16 b
Der gleiche Patient wie in Abb. 15,
Röntgenkontrolle vom 16.8.67.

gut:	keine Beschwerden bei freier Beweglichkeit der gebrochenen Extremität, aber noch meßtechnisch oder im Röntgenbild Längenunterschied oder Achsenabweichung vorhanden.
befriedigend:	leichte subjektive Beschwerden, aber freie Beweglichkeit bei noch teilweise erhaltener Fehlstellung.
ausreichend:	wenig ausgeglichene Fehlstellung verbunden mit stärkeren Beschwerden oder meßbarer Bewegungseinschränkung.

Eine Verschlechterung der ursprünglichen Frakturstellung oder eine starke Beeinträchtigung der Funktion des gebrochenen Gliedes haben wir nicht gefunden. Auch war in keinem Fall eine Durchblutungs- oder Sensibilitätsstörung durch die Fraktur an der betreffenden Extremität eingetreten.

Einen sehr guten Ausgleich nach Fehlstellungen fanden wir bei 11 von den 33 nachuntersuchten Patienten. Den besten Ausgleich von Achsenknickungen fanden wir dabei nach Unterarmfrakturen, den besten Ausgleich von Verkürzungen am Oberschenkel.

Bei weiteren 12 Kindern war die Funktion der gebrochenen Extremität wiederhergestellt, aber noch eine Verkürzung oder Verlängerung bis zu 1 cm meßbar oder eine Achsenabweichung bis zu 10° röntgenologisch nachweisbar.

7 von den 33 Kindern hatten bei der Nachuntersuchung noch leichtere Beschwerden durch den Knochenbruch, wie geringe Schmerzen an der Frakturstelle bei Wetterumschlag oder manchmal nach körperlicher Überanstrengung. Die Fehlstellungen waren bei diesen sieben Kindern noch zum Teil erhalten, schränkten aber die Funktion der frakturierten Extremität nicht ein.

In zwei Fällen (Fall 2 und 3) mußte eine bleibende Bewegungseinschränkung durch eine stärker erhalten gebliebene Fehlstellung festgestellt werden, doch waren diese beiden Patienten ohne subjektive Beschwerden.
Eine weitere Patientin (Fall 7) hatte durch eine nicht ausgeglichene Verkürzung von 2 cm nach einer Infraktion einer Knochenzyste am Oberschenkel noch zeitweise stärkere Schmerzen in diesem Bein.

Tabelle 3 zeigt diese Ergebnisse bezogen auf das jeweilige Alter der Kinder beim Unfall (s. Seite 39).

TABELLE 3

Alter in Jahren	Anzahl der der Fälle	Wachstumsausgleich sehr gut	gut	befriedig.	ausreich.
(3)- 6	6	5	1	-	-
6 - 10	11	5	4	2	-
11 - 15	16	1	7	5	3
zusammen	33	11	12	7	3

Ergebnisse des Wachstumsausgleiches bezogen auf das Alter der Kinder beim Unfall.

Wir sehen hier einen merklich besseren Wachstumsausgleich bei den Kindern bis zu 10 Jahren als bei den älteren. In der Gruppe der 11- bis 15jährigen Kinder fanden wir nur noch einmal bei einem 12jähigen Jungen einen idealen Ausgleich der Fehlstellung. Andererseits gehören in diese Gruppe auch die drei am schlechtesten ausgeglichenen Fehlstellungen.

Wenn wir gerade bei 10 Jahren eine Grenze sehen, bis zu der nach in Fehlstellung geheilten Frakturen noch gute Heilungsergebnisse durch Wachstumsausgleich entstehen können, so dürfen wir nicht vergessen, daß das biologische Alter der Gewebe nicht mit dem tatsächlichen Alter identisch sein muß und daß die Regenerationskraft und Heilungstendenz bei gleichaltrigen Menschen sehr unterschiedlich sein kann. Deshalb ist es durchaus möglich, daß z.B. ein zehnjähriger Junge eine Fehlstellung nach einem bestimmten Knochenbruch eventuell besser spontan korrigieren kann als ein achtjähriger, dessen Gewebe weniger aktiv und anpassungsfähig ist.

Auch hat BLOUNT (3) bei seiner Angabe, daß Verkürzungen bei Mädchen bis zu 10 und bei Knaben bis zu 12 Jahren noch gut ausgeglichen werden können, die Tatsache berücksichtigt, daß bei Mädchen im allgemeinen das Längenwachstum etwas eher zum Abschluß kommt, und deshalb hier bei gleichem Alter etwas weniger Wachstumsausgleich zu erwarten ist.

Da wir so gute Ausgleichsergebnisse bei Kindern bis zu 10 Jahren gesehen haben, halten wir blutige Eingriffe zur Beseitigung von mäßigen Fehlstellungen für wenig berechtigt. Sicher ist eine operative Behandlung auch bei gewissen Frakturen im Kindesalter einmal indiziert, doch ist ein konservatives Verfahren noch immer mit bedeutend geringerem Risiko verbunden.

Bei den von uns nachuntersuchten Kindern war die Fraktur in den meisten Fällen konservativ behandelt worden. Nur bei zwei von den 33 Patienten hatte man die Fraktur operativ eingerichtet und fixiert:

Einmal wurde bei einem 14 jährigen Jungen der abgebrochene Epicondylus medialis mit einem Bohrdraht befestigt (Fall 3) und einmal wurde bei einem 10 jährigen Patienten ein stark dislozierter querer Oberschenkelschaftbruch mit Hilfe zweier gekreuzter Kirschnerdrähte in annähernd guter Stellung gehalten.
Bei weiteren zwei Patienten war im Alter von 13 und 14 Jahren eine Calcaneusdrahtextension nach einem Unterschenkeldrehbruch angelegt worden.
Wir fanden hier ähnliche Heilungsergebnisse wie nach konservativer Behandlung.

Die Frage, ob bestimmte Knochenbrüche operativ oder konservativ behandelt werden sollen, kann nicht eindeutig beantwortet werden, da es keine Behandlungsmethode gibt, die bei allen Patienten mit gleich gutem Erfolg angewendet werden könnte.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde in dieser Arbeit die Frage gestellt, in welchem Maße Fehlstellungen nach kindlichen Frakturen durch den wachsenden Organismus ausgeglichen werden können.

Anhand der Literatur besprachen wir zunächst die Besonderheiten des kindlichen Knochens, die Entstehung, Behandlung und Heilung der Knochenbrüche bei Kindern und Jugendlichen.

Dabei erörterten wir das Für und Wider einer operativen Behandlung kindlicher Frakturen, die Möglichkeit, daß nach Schädigung der Epiphysenfugen beim Kind Wachstumsstörungen auftreten können, daß andererseits aber auch Fehlstellungen nach kindlichen Frakturen durch das Wachstum ausgeglichen werden können.

Untersucht wurden 33 von 49 Fehlstellungen, die in den Jahren 1960 bis 1966 bei Kindern bis zu 15 Jahren nach Frakturen aufgetreten waren.
Bei diesen 33 Kindern wurden 1 bis 7 Jahre nach dem Unfall äußere Form, Funktion und Röntgenbilder der gebrochenen Extremität mit der gesunden Seite und mit den Befunden bei Entlassung aus der Behandlung verglichen.
12 beispielhafte oder besondere Fälle wurden ausführlicher beschrieben und mit Röntgenbildern erläutert.

In 11 von 33 Fällen fanden wir einen optimalen Ausgleich der Fehlstellung. Achsenknickungen wurden am besten am Unterarm, Verkürzungen am besten am Oberschenkel ausgeglichen.

Bei zwei 14 jährigen Patienten war mäßige Bewegungseinschränkung durch nicht voll ausgeglichene Fehlstellung geblieben. In einem Fall handelte es sich hier um Pseudarthrosenbildung nach abgerissenem Epicondylus medialis humeri.
In einem weiteren Fall war bei einem 11 jährigen Mädchen nach Infraktion einer solitären Knochenzyste am Oberschenkel eine Verkürzung von 2 cm nicht ausgeglichen worden.

Die günstigsten Ausgleichsergebnisse fanden wir bei Kindern bis zu 10 Jahren. Deshalb folgerten wir, daß in diesem Alter in der Regel Fehlstellungen, die mit konservativen Methoden nicht behoben werden können und nicht zu stark ausgeprägt sind, belassen werden dürfen und nicht operativ beseitigt werden müssen.

Zum Schluß wurde noch darauf hingewiesen, daß es auch hier Ausnahmen geben kann und daß auch bei gleichaltrigen Kindern die Aussichten auf einen Wachstumsausgleich durchaus unterschiedlich sein können.

Am Schluß meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. G. MAURER für die Überlassung des Themas meinen Dank auszusprechen.

Auch möchte ich Herrn Oberarzt Dr. LECHNER für die bereitwillige Hilfe und freundliche Beratung zur Durchführung dieser Dissertation herzlich danken.

V. LITERATUR

1. ARNDT, K.-H.: Konservativ - funktionelle Behandlung der subkapitalen Humerusfrakturen. Zbl. für Chir. 7, 233 ff., 1967.

2. BLOCK, W.: Die normale und gestörte Knochenbruchheilung. Verlag F. Enke, Stuttgart 1940.

3. BLOUNT, W. P.: Knochenbrüche bei Kindern. Verlag G. Thieme, Stuttgart 1957.

4. BLOUNT, W. P., I. SCHULZ and R. H. CASSIDY: Fractures of the ellbow in children. Zentralorgan für d. g. Chir. 121, 406 f., 1952.

5. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12.-13. Aufl. Bd. I, Verlag W. Maudrich, Wien 1951, 12.-13. Aufl. Bd. II, T. 1, Verlag W. Maudrich, Wien 1954, 12.-13. Aufl. Bd. II, T. 2, Verlag W. Maudrich, Wien 1957.

6. BÜTTNER, A.: Über Refrakturen im Kindesalter. Chirurg 19, 347-357, 1948.

7. BÜTTNER, A. und A. VORWERK: Über ellenbogennahe Oberarmbrüche beim Kinde (Fractura supracondylica), ein Beitrag zur Entstehung und Verhinderung des O-Armes. Brun' s Beitr. zur klin. Chir. 177, 51-76, 1948.

8. DREWES, J. und H. D. SCHULTE: Brüche im Bereich des Unterschenkels bei Kindern infolge von Fahrradspeichenverletzungen. Chirurg 36, 464-468, 1965.

9. DRÖMER, H. und K. PENNDORF: Der Oberschenkelbruch im Kindesalter. Chirurg 6, 284-290, 1967.

10. DZAKHOV, S. D.: Osteoepiphysiolyses of the distal end of the tibia. Zentralorgan für d. g. Chir. 189, 222, 1966.

11. EHALT, W.: Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Verlag F. Enke, Stuttgart 1961.

12. EHALT, W.: Der Speichenhalsbruch bei Jugendlichen, eine typische Bruchform.
Zentralorgan für d. g. Chir. 115, 320, 1950.

13. FLACH, A. und H. KUDLICH:
Das Längenwachstum des Röhrenknochens nach Schaftfrakturen an der unteren Extremität bei Kindern und Jugendlichen.
Zbl. für Chir. 87, 2145, 1962.

14. GREWE, H.-E. und F. NIEMANN:
Wachstumsstörungen nach Frakturen im Kindesalter.
Brun's Beitr. zur klin. Chir. 212, 185-205, 1966.

15. HELLNER, H., R. NISSEN, K. VOSSCHULTE:
Lehrbuch der Chirurgie.
4. Aufl., Verlag G. Thieme, Stuttgart 1964.

16. HUBER, H.: Fehlindikationen zur operativen Frakturbehandlung.
Helv. Chir. Acta, 1, 36-43, 1967.

17. KRAPP, A.: Über das Schicksal schlecht verheilter kindlicher Knochenbrüche.
Med. Diss. Bonn 1964.

18. KUSS, B. und G. HENNRICH:
Zur Behandlung der suprakondylären Humerusfraktur beim Kind.
Zbl. für Chir. 9, 319 ff., 1967.

19. MATZNER, R.: Im Lehrbuch der Chirurgie und Orthopädie des Kindesalters.
Herausgeg. von A. Oberniedermayr. Bd. II, S. 717-726, Verlag Springer, Berlin, Göttingen und Heidelberg 1959.

20. MAU, H.: Essentielle Torsionsfehler der unteren Extremität beim Kind.
Münch. med. Wschr. 108, 769-777, 1966.

21. MEISSNER, F.: Kinderchirurgische Erkrankungen. Bd. I: Grundzüge der Diagnostik. S. 390-420
Edition Leipzig 1965.

22. MORSCHER, E.: Symposium über posttraumatische Achsenfehlstellungen an den unteren Extremitäten.
Zentralorgan für d. g. Chir. 193, 135, 1967.

23. NABAVI, M. H.: Heutige Indikationen konservativer und operativer Frakturenbehandlung.
Med. Welt 17, 1077-1081, 1966.

24. ODELL, R. T. and St. M. LEYDIG:
The conservative treatment of fractures in children.
Zentralorg. für d. g. Chir. 121, 281-282, 1952.

25. ÖNNE, L. and Ph. SANDBLOM:
Late results in fractures of the fore-arm in children.
Acta chir. scand. 98, 549-567, 1949.

26. REHBEIN, F.: Knochenverletzungen. Besondere Bedeutung der Epiphysenlösungen und -frakturen.
Zbl. für Chir. 31, 1278, 1963.

27. RETTIG, H.: Frakturen im Kindesalter.
Verlag J. F. Bergmann, München 1957.

28. SAWMILLER, S., W. M. MICHENER and J. T. HARTMANN:
Stress fracture in childhood. Report of two cases.
Zentralorgan für d. g. Chir. 189, 83 f., 1966.

29. SCHINK, W.: Indikationen zur operativen Knochenbruchbehandlung.
Chir. Praxis 6, 359-367, 1962.

30. SCHÜTTEMEYER, W. und A. FLACH:
Die Behandlung kindlicher Frakturen der unteren Extremität und ihre Heilungsergebnisse.
Mschr. Unfallheilkunde 53, 4-13, 1950.

31. SEYFFARTH, G.: Die Refraktur am kindlichen Vorderarm.
Zentralorgan für d. ges. Chir. 193, 376, 1967.

32. STEINERT, V.: Unterarmfrakturen im Kindesalter.
Brun's Beitr. zur klin. Chir. 212, 170-184, 1966.

33. STEINERT, V. und J. BENNEK:
Unterschenkelfrakturen im Kindesalter.
Zbl. für Chir. 91, 1387-1392, 1966.

34. STEINWACHS, F.: Psychologische Probleme beim Zustandekommen der kindlichen Unfallverletzungen.
Zentralbl. für Chir. 31, 1278, 1963.

35. SZENTPÉTERY, J. und L. PAPP:
Die Behandlung der Oberschenkel-Schaftbrüche im Kindesalter.
Zentralorgan für d. ges. Chir. 194, 140, 1967.

36. SVINUKHOV, N. P.: The outcomes of operative treatment of the neck of the radius in children.
Zentralorgan für d. ges. Chir. 189, 465-466, 1966.

37. WEBER, B. G.: Prophylaxe der Achsenfehlstellungen bei der Behandlung kindlicher Frakturen.
Zschr. Unf. med. Berufskr. 1, 80-96, 1966.

38. WEBER, B. G.: Symposium über posttraumatische Achsenfehlstellungen an den unteren Extremitäten.
Zentralorgan für d. ges. Chir. 193, 135, 1967.

39. WELLER, S.: Gedanken zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung.
Mschr. für Unfallheilkunde 6, 233-242, 1967.

40. WINKLER, L.: Eignung von Cerclage, Drahtextension und Marknagelung zur Knochenbruchbehandlung bei Kindern.
Zentralorgan für d. ges. Chir. 125, 301, 1952.

LEBENSLAUF

Am 8.November 1943 wurde ich als Tochter des evang.-luth. Pfarrers Georg Kuhr und dessen Ehefrau Elisabeth, geb. Neunhoffer, in Günzburg an der Donau geboren. Dort besuchte ich vier Jahre lang die Volksschule und danach ab September 1953 das Humanistische Gymnasium. Im August 1955 wurde mein Vater nach Ansbach/Mittelfranken versetzt, weswegen ich auf das dortige Humanistische Gymnasium überwechselte, wo ich im Juni 1962 die Reifeprüfung ablegte. Nach dem Wegzug meiner Eltern nach Nürnberg begann ich im November 1962 das Medizinstudium in Tübingen. Dort bestand ich nach dem 2.Semester im Oktober 1963 die naturwissenschaftliche Vorprüfung. Danach wechselte ich zum klinischen Studium nach München über, wo ich anschliessend an dieses, mein 11.Studiensemester am 2.August 1968 mit dem medizinischen Staatsexamen abschloss. Am 31.August 1968 heiratete ich den Kandidaten der Medizin Klaus Hahn. Seit dem 1.Oktober 1968 bin ich als Medizinalassistentin in der Chirurgischen Abteilung des Diakonissenkrankenhauses in Neuendettelsau/Mittelfranken tätig.